
Oceanografía Costera
“Procesos Costeros_2”
23 de agosto del 2017
FIMCBOR-ESPOL

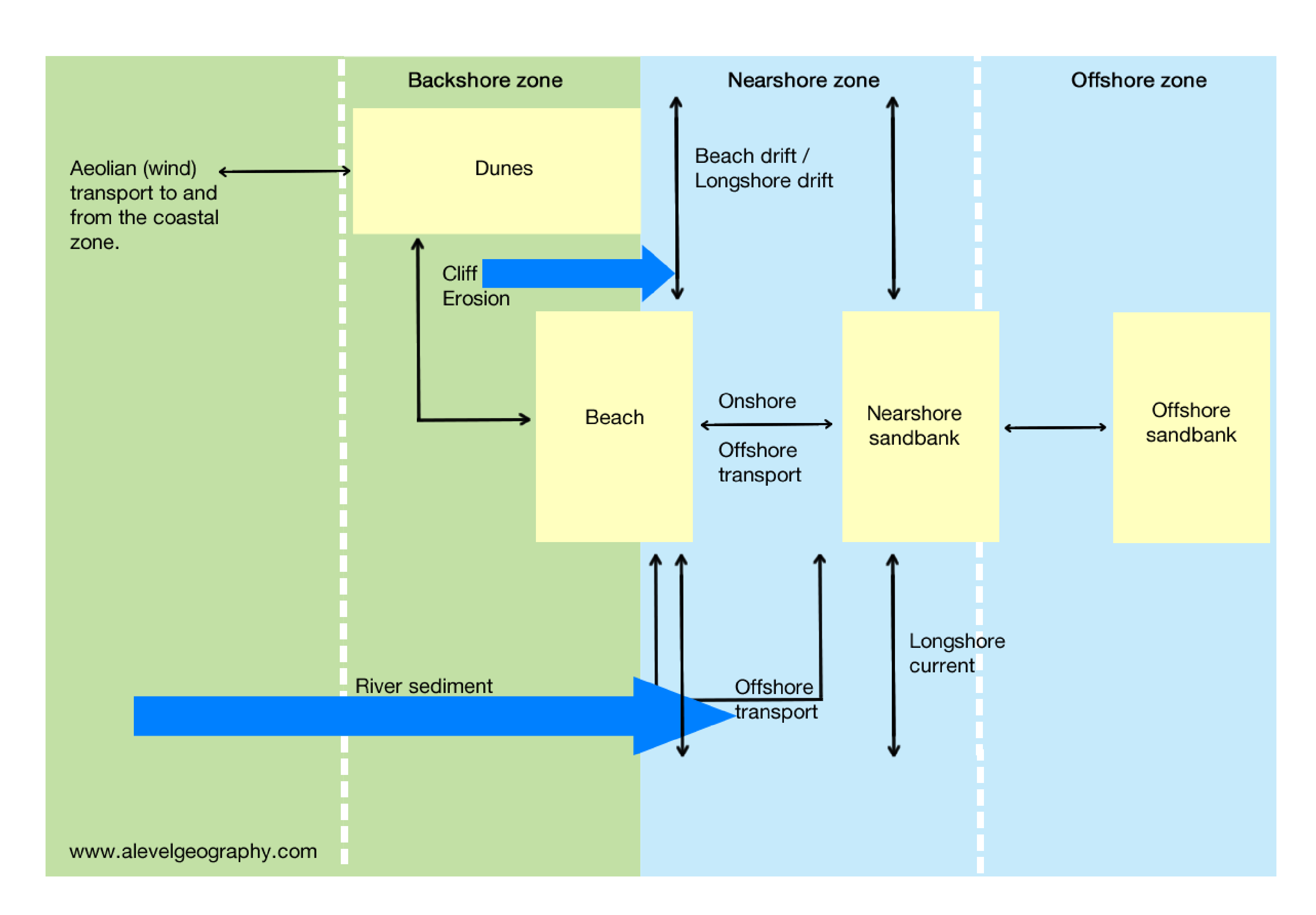
Ítems

- Corriente litoral (corriente a lo largo de la costa)
- Transporte litoral (transporte a lo largo de la costa)

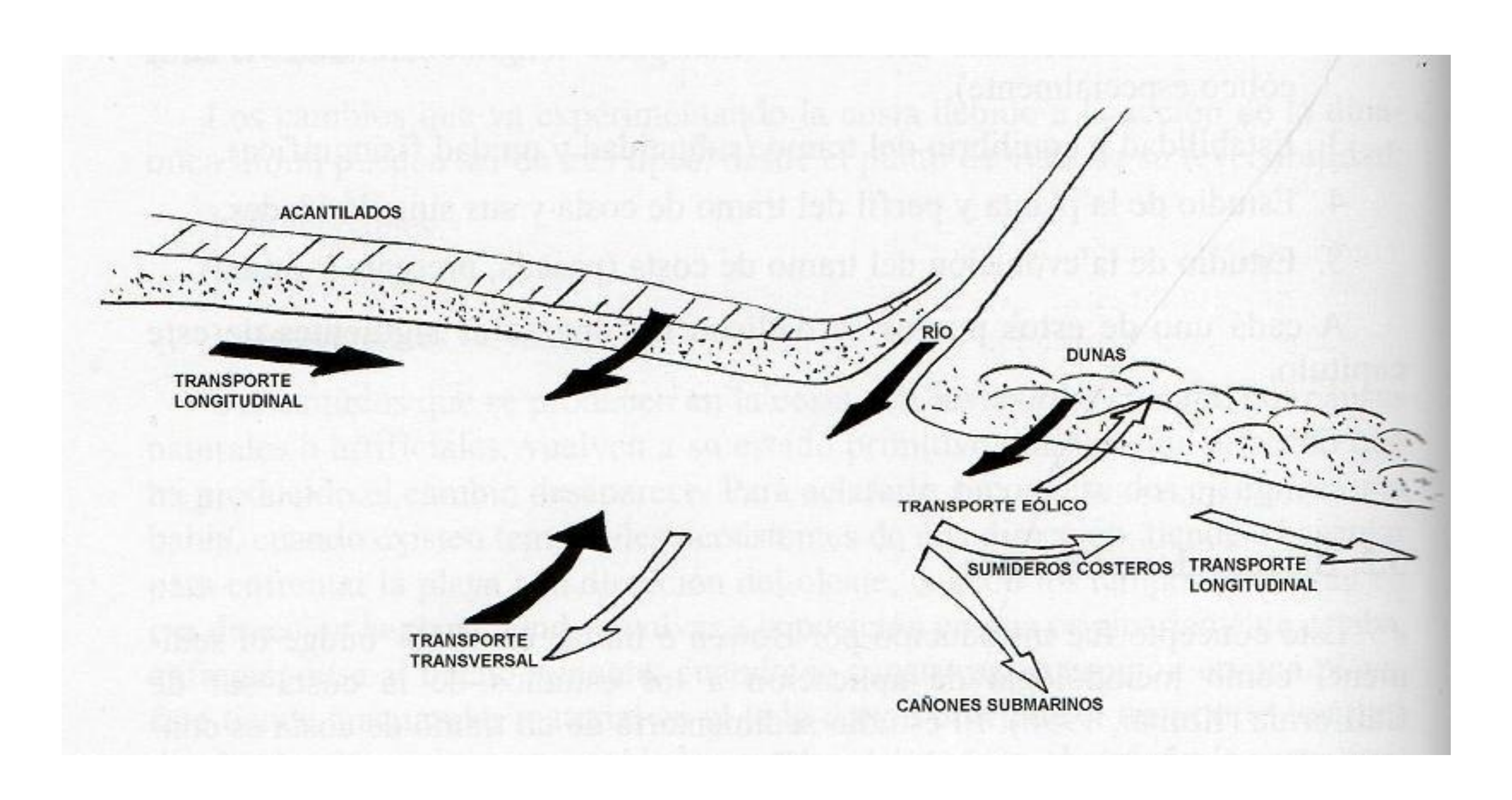
A. Perfil de playa
B. Transporte perpendicular a la costa
C. Balance de sedimentos

D. Procesos costeros

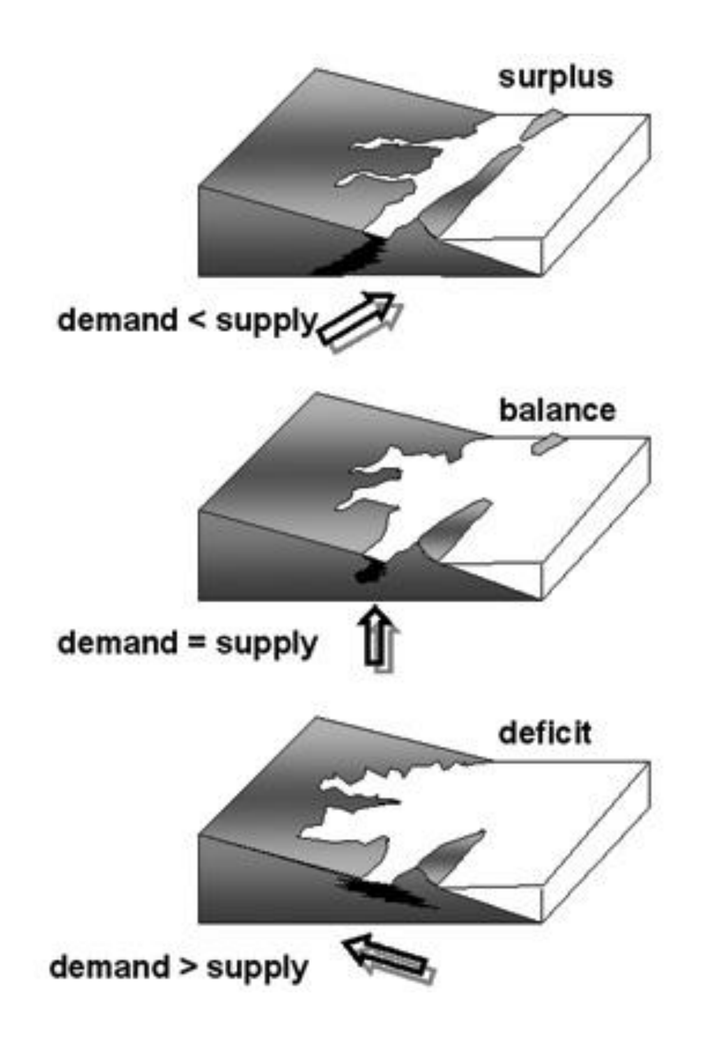
C. Balance de Sedimentos

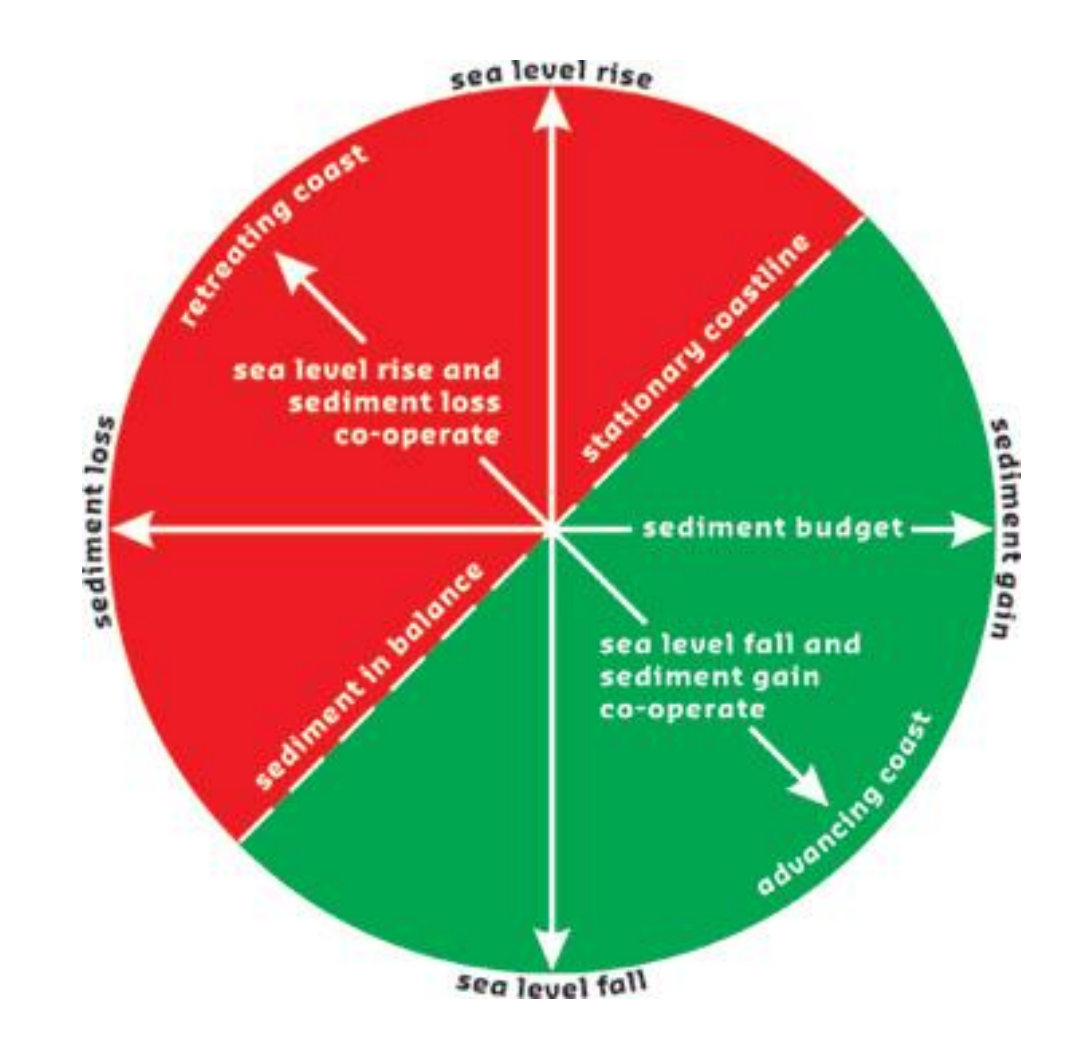


http://www.alevelgeography.com/coastal-sediment-budget/



https://sites.google.com/site/sistemaslitorales/diagnosi/destruccio/la-dinamica-litoral





http://www.conscience-eu.net/what_is_coastal_erosion_and_when_is_it_a_problem/index.htm

C. Balance de sedimentos

- Balance del volumen de transporte de sedimentos para un segmento de la costa
- Involucra: transporte de sedimentos, erosión y deposición para un volumen control
- Útil para:
  - Identificar procesos relevantes
  - Estimar volúmenes requeridos para el diseño de obras de ingeniería

Elementos del balance de sedimentos

- Proceso que incrementen la cantidad de arena en un volumen de control: fuente
- Proceso que disminuya la cantidad de arena en un volumen de control: pérdida
- Puntos fuente o de pérdida adicionan o substraen arena en una porción del volumen de control [m^3/yr]
- Líneas de fuente o de pérdida adicionan o substraen arena a lo largo de un volumen de control por unidad de longitud de playa [m^3/(yr m)]

Convención

- Q_i^+, punto fuente
- Q_i^-, punto de pérdida

- q_i^+, línea fuente
- q_i^-, línea de pérdida

Table 4-15. Classification of elements in the littoral zone sediment budget.

Location of Source or Sink	Offshore Side of Littoral Zone	Onshore Side of Littoral Zone	Within Littoral Zone	Longshore Ends of Littoral Zone
Point source (volume/unit time)	Q_1^+ Offshore shoal or island	Q_2^+ Rivers, streams[1]	Q_3^+ Replenishment	Q_4^+ Longshore transport in[1]
Point sink (volume/unit time)	Q_1^- Submarine canyon	Q_2^- Inlets[1]	Q_3^- Mining, extractive dredging	Q_4^- Longshore transport out[1]
Line source (volume/unit time/ unit length of beach)	q_1^+ Sand transport from the offshore	q_2^+ Coastal erosion, including erosion of dunes and cliffs[1]	q_3^+ Beach erosion[1]; $CaCo_3$ production	
Line sink (volume/unit time/ unit length of beach)	q_1^- Sand transport to the offshore	q_2^- Overwash; coastal land and dune storage	q_3^- Beach storage[1]; $CaCo_3$ losses	

[1] Naturally occurring sources and sinks that usually are major elements in the sediment budget.

CERC (1984)

Convención

- Contribución total de una línea (fuente o de pérdida)

$Q_i^* = b_i\, q_i$

Q_i^*= Contribución total de una línea
b_i = Longitud de la línea de costa sobre la cual una línea fuente es activa.
q_i = Línea (fuente o de pérdida)

- En el balance de sedimentos, la diferencia entre la arena adicionada por todas las fuentes y la arena removida por todas las pérdidas debe ser cero.

$$\sum_{i=1}^{4} Q_i^{+} + \sum_{i=1}^{3} Q_i^{*+} - \left(\sum_{i=1}^{4} Q_i^{-} + \sum_{i=1}^{3} Q_i^{*-} \right) = 0$$

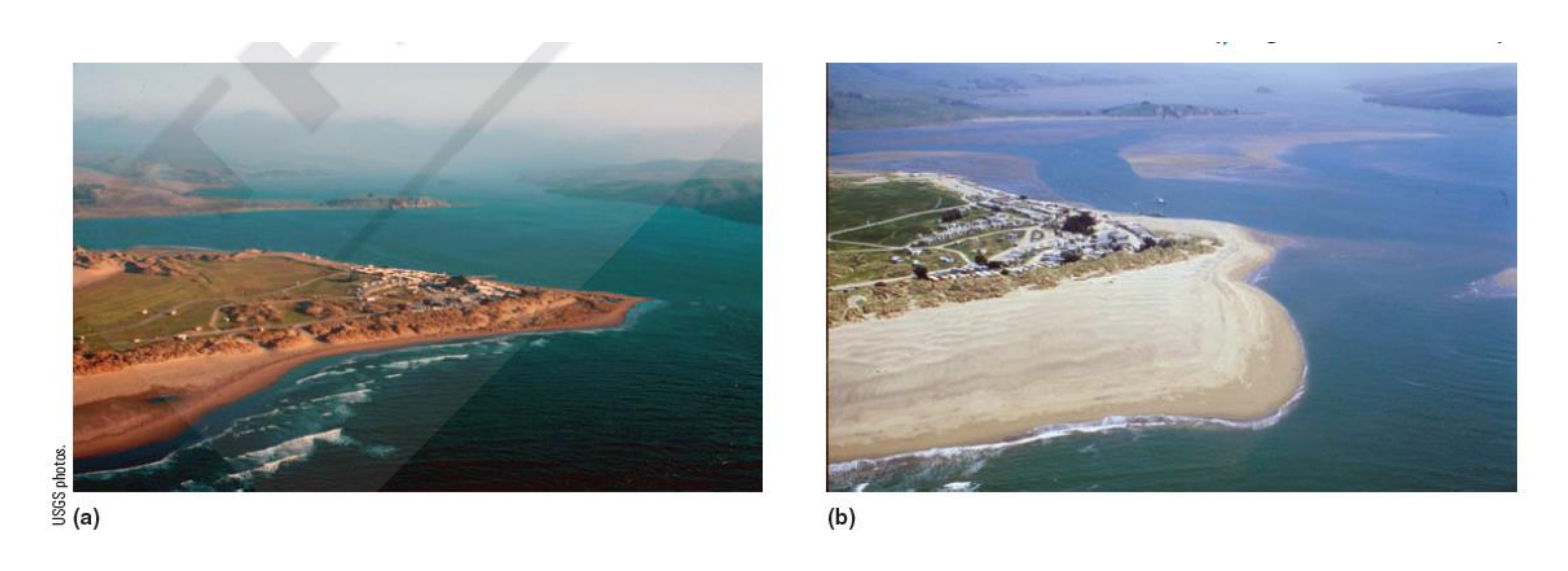
Fuentes de material litoral

a. **Ríos.** En episodios de inundaciones, ~Q_g
b. **Erosión de costas y acantilados.** 2.5-10 $m^3/(yr\ m)$
c. Transporte desde costa afuera



Ayampe, Ecuador. 1998.

Erosión de costas y acantilados



Erosión y recuperación de la playa en Punta Reyes (California) durante a) octubre-1997 y b) abril-1998. Fuente: USGS – Garrison.

Fuentes de material litoral

d. Sedimentos acarreados por el viento
e. Producción de carbonatos. ~0.63 m^3/yr.
f. Rellenos de playa. 0-Q_g (o mayor que).

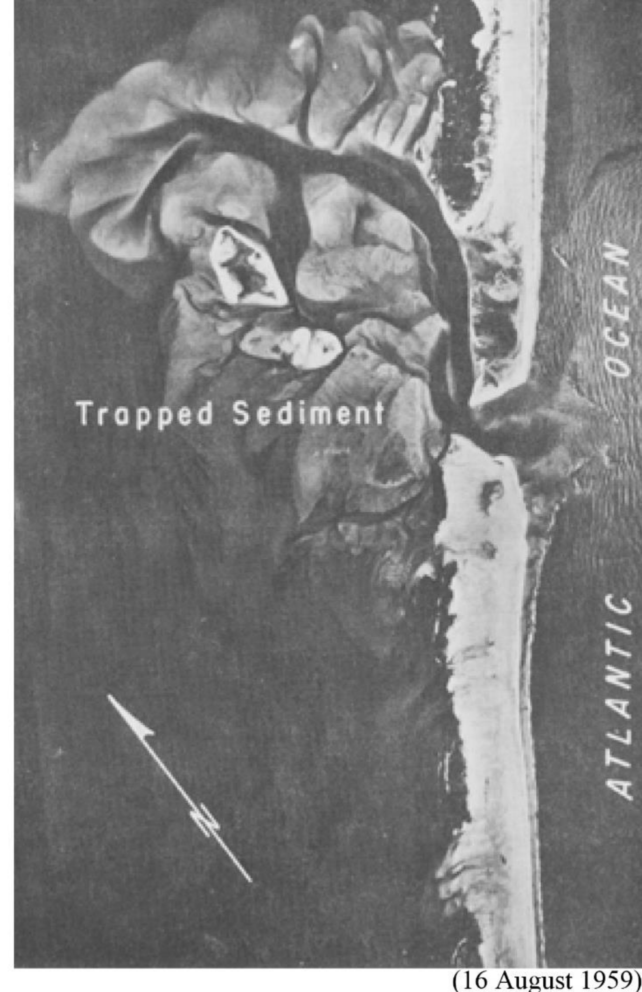

(a)


(b)

Miami Beach, EE.UU. a) antes, b) después del relleno de playa.

Sumideros (pérdidas) de material litoral

a. **Inlets y lagunas costeras.** 5-25% de Q_g
b. Overwash (rebase)
c. Almacenamiento en dunas y trasplaya



(16 August 1959)

Figure 4-45. Sediment trapped inside Old Drum Inlet, North Carolina.

Sumideros (pérdidas) de material litoral

d. Talud continental
e. Cañones submarinos. Hasta el 80% de Q_g
f. Migración de dunas tierra adentro (viento)

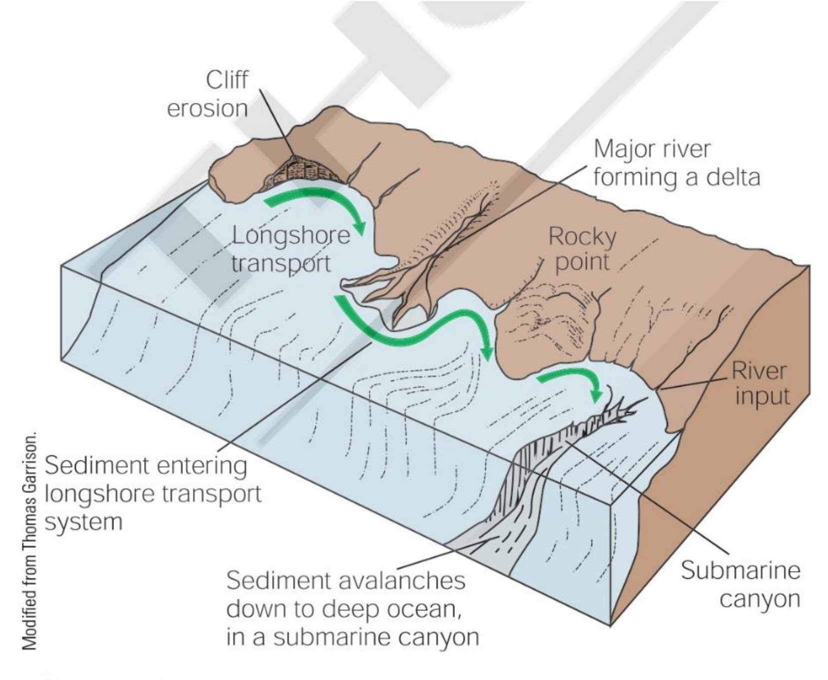
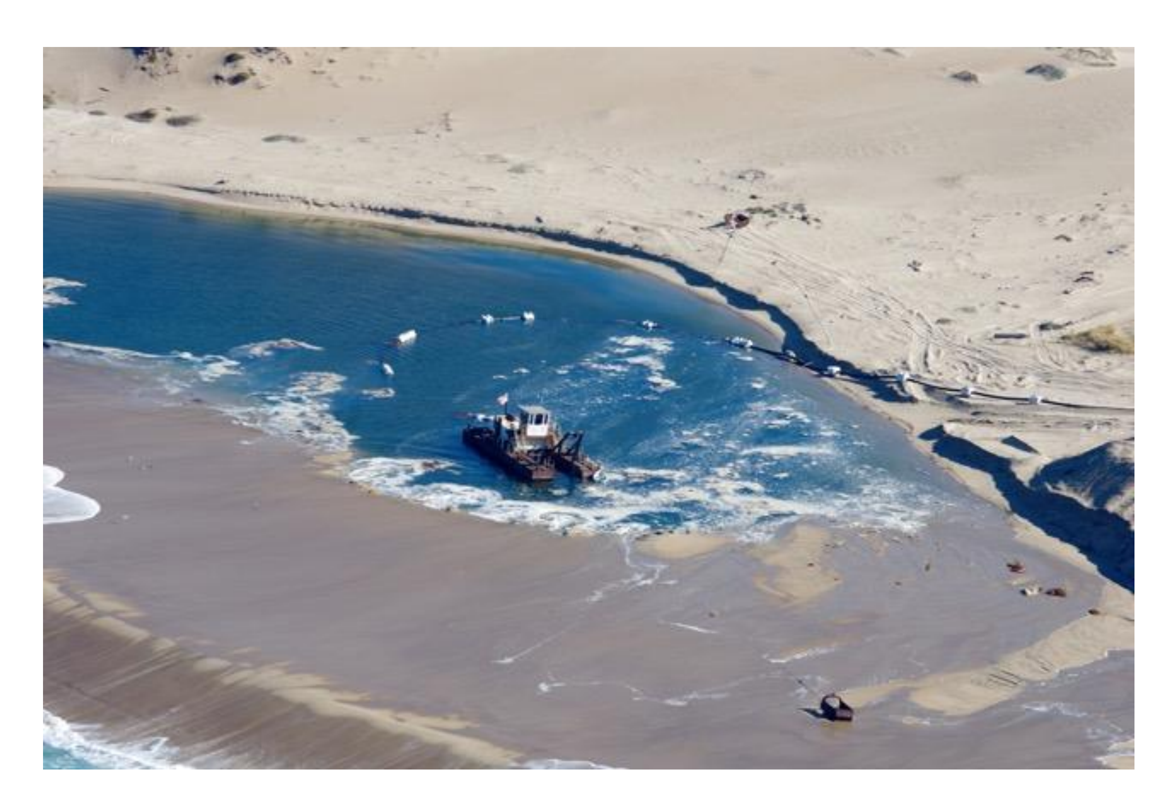


FIGURE 13-24. The longshore drift of beach sediments often leads to loss of the sediment in a submarine canyon.

Sumideros (pérdidas) de material litoral

g. Pérdida de carbonatos
h. Minería y dragado. Puede igualar o exceder Q_g en algunos sitios



Extracción de arena en Marina City, California. 2016-03-21.

Recesión (retroceso) de la línea de costa

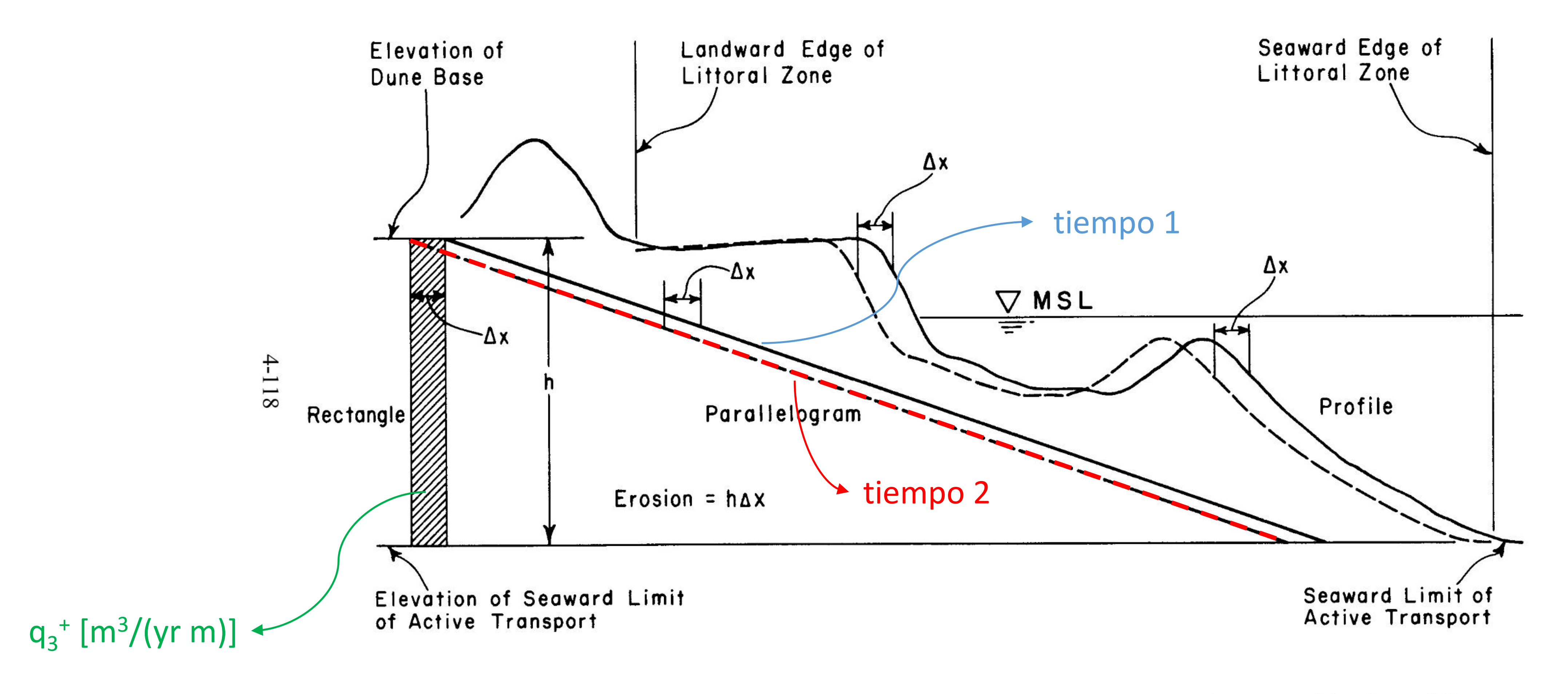
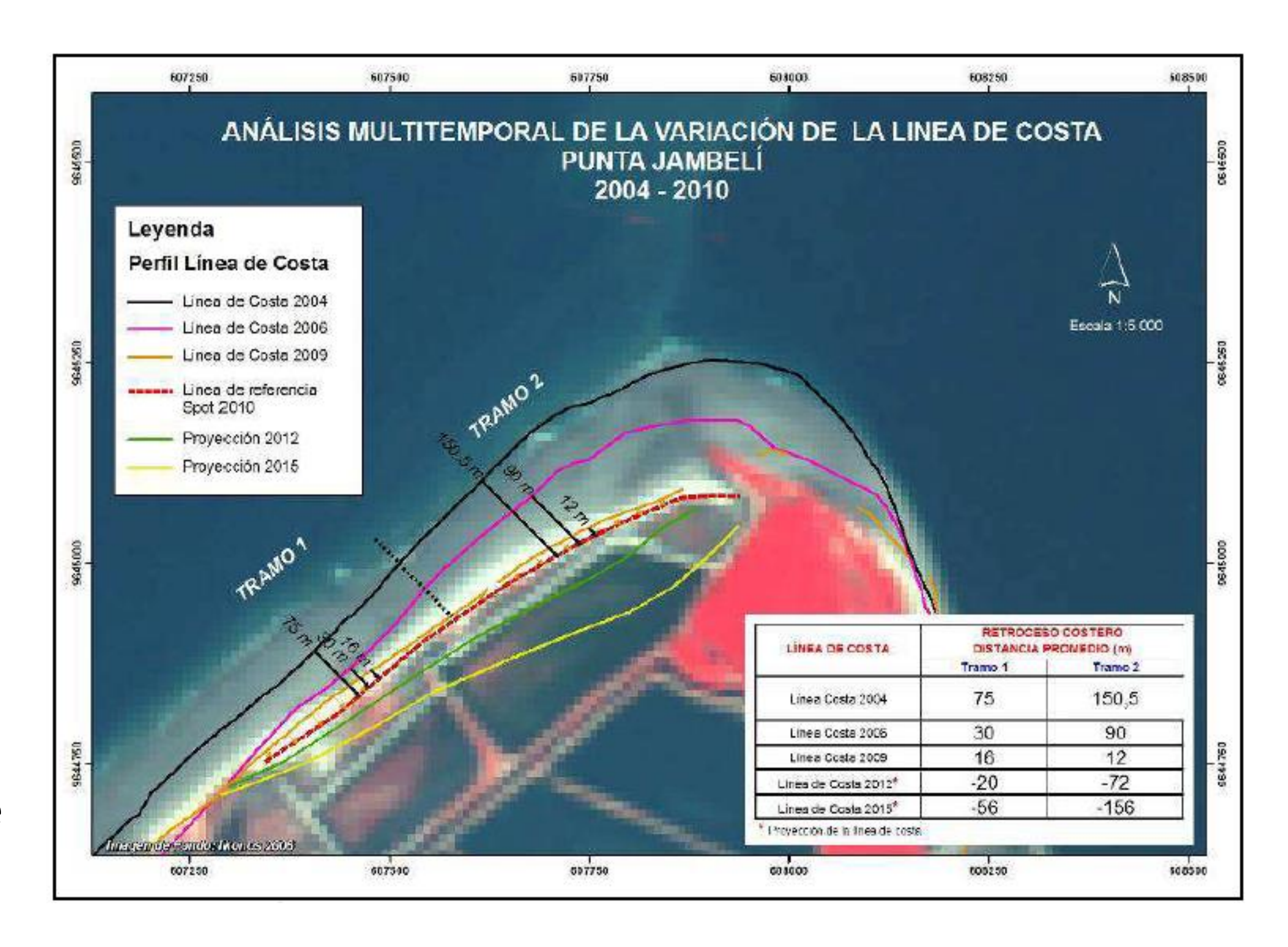


Figure 4-44. Erosion within littoral zone during uniform retreat of an idealized profile.

Recesión (retroceso) de la línea de costa

- Estudios multi-temporales
  - Imágenes satelitales
  - Levantamiento topográfico



Análisis multitemporal de variación de línea de costa en isla Jambelí. Se estimó que el retroceso de la línea de costa en el tramo 1 (tramo 2) fue de 12 m/yr (28 m/yr). Rosero (2012).

Ejercicio 1

Datos:

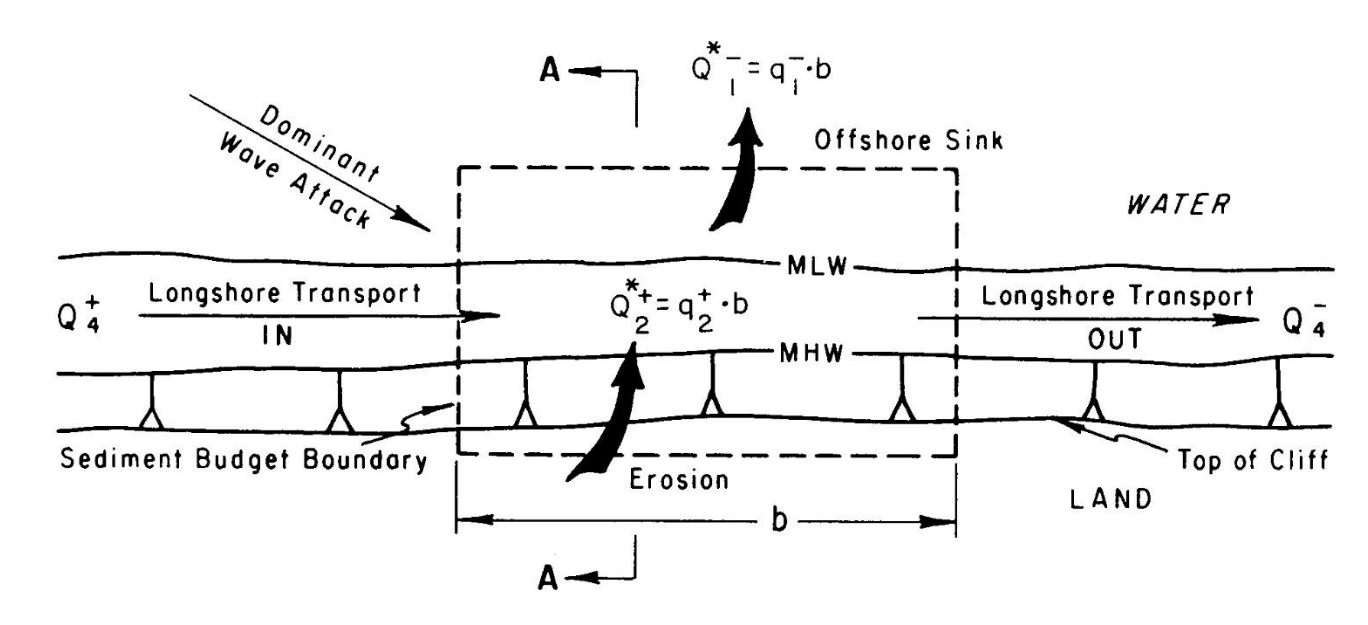
Q_4^+= 100,000 m3/yr

q_2^+= 1m³/(yr m)

q_1^-= 0.5m³/(yr m)

b = 10,000 m

Encontrar Q_4^-



CERC (1984)

Ejercicio 2

- Una playa con características erosivas de 7.1 km en la raíz de una flecha de 16.1 km. El resto de playas de la flecha son estables, y la punta de la flecha está acreciendo.
- Una tasa de recesión uniforme de 0.9 m/yr a lo largo del segmento de 7.1 km
- La profundidad del veril paralelo a la playa más bajo es de -9.1 m MSL, y la elevación promedio de la base de duna es de 4.6 m.
- La arena se acumula en la punta de la flecha a una tasa promedio de 305,000 m^3/yr
- A la derecha de la zona erosiva, no se acumula arena. Tampoco hay pérdida de arena costa-afuera (offshore).
- Se propone la construcción de un inlet en el segmento de playa de 7.1 km

CERC (1984), pág. 4-129

Ejercicio 2

- Se asume que el inlet propuesto atrape alrededor del 15% de Q_g
- La playa de 2.1 km a la derecha del jettie se estabilizará (no-erosión) y realinerá el Q_g según un radio γ = 3.5
- La acumulación de sedimentos al final de la flecha continuará creciendo a una tasa anual promedio de 305,000 m^3/yr, después de la construcción del jettie.

CERC (1984)

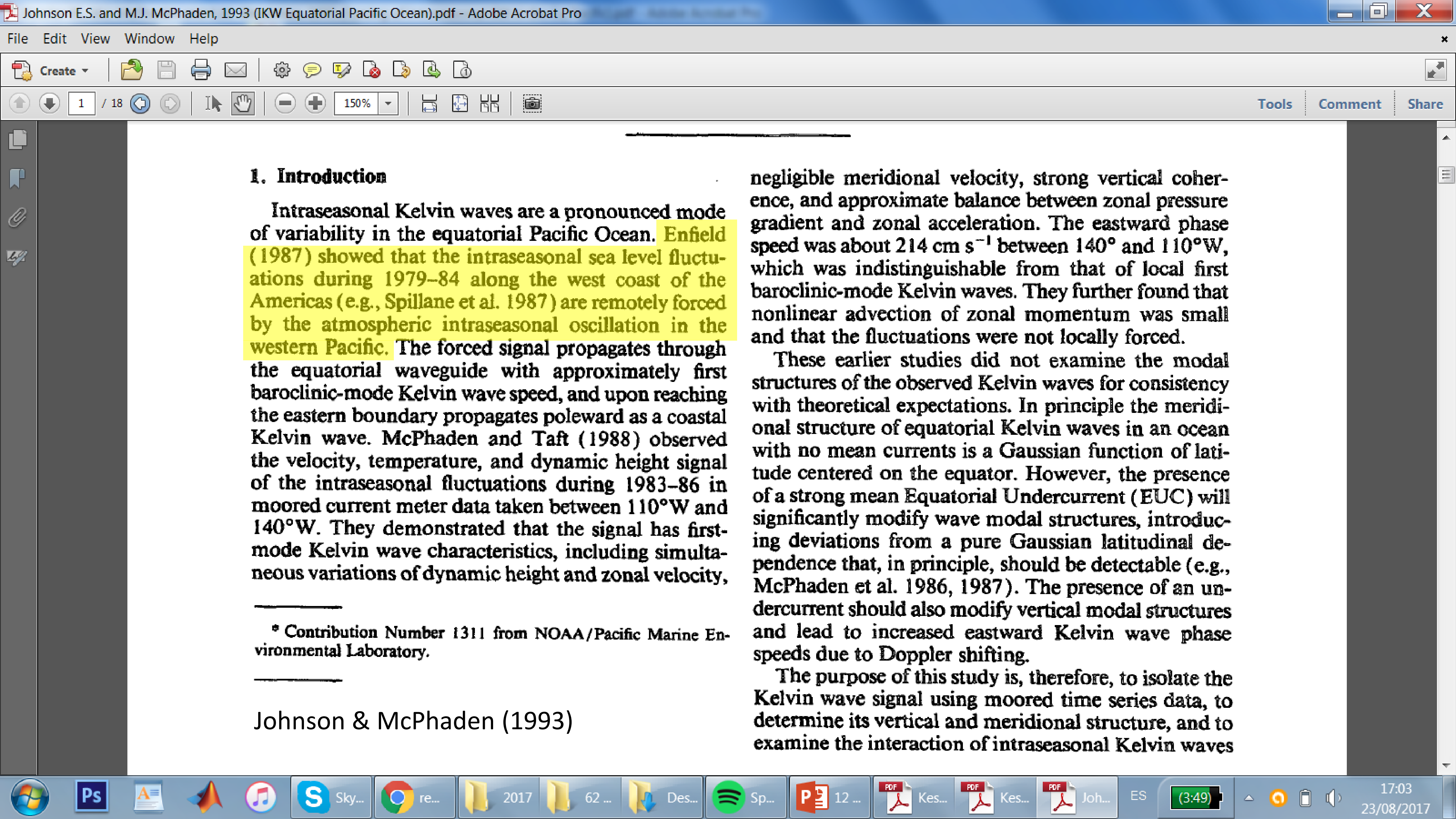
Ejercicio 2

Encontrar

- Transporte de arena que es atrapado por el inlet
- Tasa de erosión del segmento de playa a la izquierda del inlet, después de la implementación del proyecto.
- Volumen de relleno necesario para mantener la tasa histórica de erosión de la playa en el segmento a la izquierda del inlet.
- Volumen de relleno necesario para eliminar la erosión de la playa en el segmento a la izquierda del inlet.

CERC (1984)

E. Nivel del Mar



1. Introduction

Intraseasonal Kelvin waves are a pronounced mode of variability in the equatorial Pacific Ocean. Enfield (1987) showed that the intraseasonal sea level fluctuations during 1979–84 along the west coast of the Americas (e.g., Spillane et al. 1987) are remotely forced by the atmospheric intraseasonal oscillation in the western Pacific. The forced signal propagates through the equatorial waveguide with approximately first baroclinic-mode Kelvin wave speed, and upon reaching the eastern boundary propagates poleward as a coastal Kelvin wave. McPhaden and Taft (1988) observed the velocity, temperature, and dynamic height signal of the intraseasonal fluctuations during 1983–86 in moored current meter data taken between 110°W and 140°W. They demonstrated that the signal has first-mode Kelvin wave characteristics, including simultaneous variations of dynamic height and zonal velocity, negligible meridional velocity, strong vertical coherence, and approximate balance between zonal pressure gradient and zonal acceleration. The eastward phase speed was about 214 cm s^{-1} between 140° and 110°W, which was indistinguishable from that of local first baroclinic-mode Kelvin waves. They further found that nonlinear advection of zonal momentum was small and that the fluctuations were not locally forced.

These earlier studies did not examine the modal structures of the observed Kelvin waves for consistency with theoretical expectations. In principle the meridional structure of equatorial Kelvin waves in an ocean with no mean currents is a Gaussian function of latitude centered on the equator. However, the presence of a strong mean Equatorial Undercurrent (EUC) will significantly modify wave modal structures, introducing deviations from a pure Gaussian latitudinal dependence that, in principle, should be detectable (e.g., McPhaden et al. 1986, 1987). The presence of an undercurrent should also modify vertical modal structures and lead to increased eastward Kelvin wave phase speeds due to Doppler shifting.

The purpose of this study is, therefore, to isolate the Kelvin wave signal using moored time series data, to determine its vertical and meridional structure, and to examine the interaction of intraseasonal Kelvin waves

* Contribution Number 1311 from NOAA/Pacific Marine Environmental Laboratory.

Johnson & McPhaden (1993)

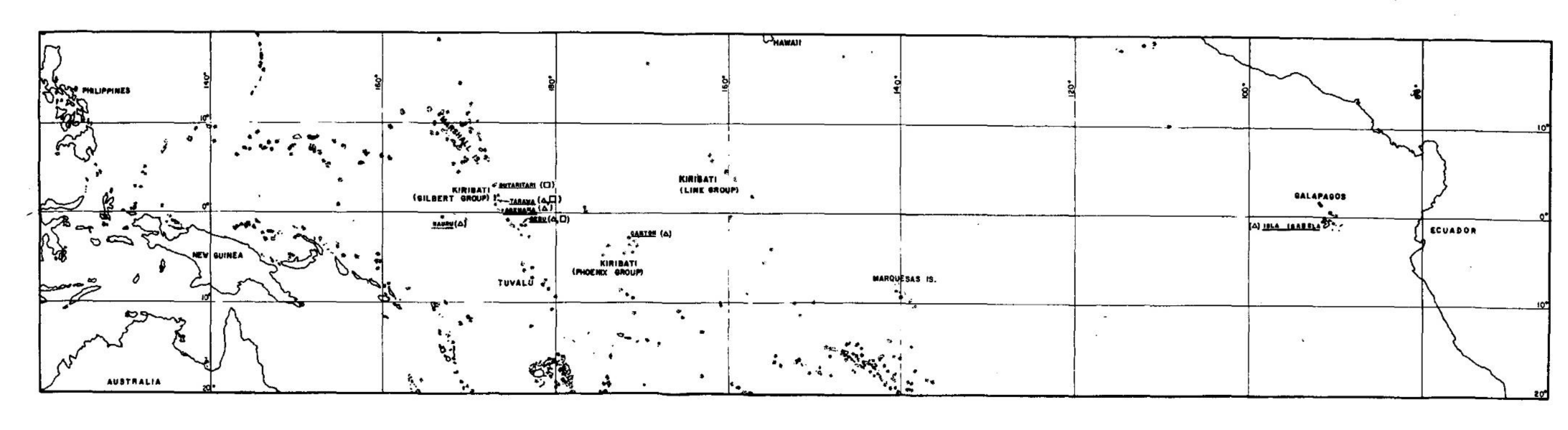


FIG. 1. Locations of island (underlined) tide gages (triangles) and weather stations (squares) used in this study.

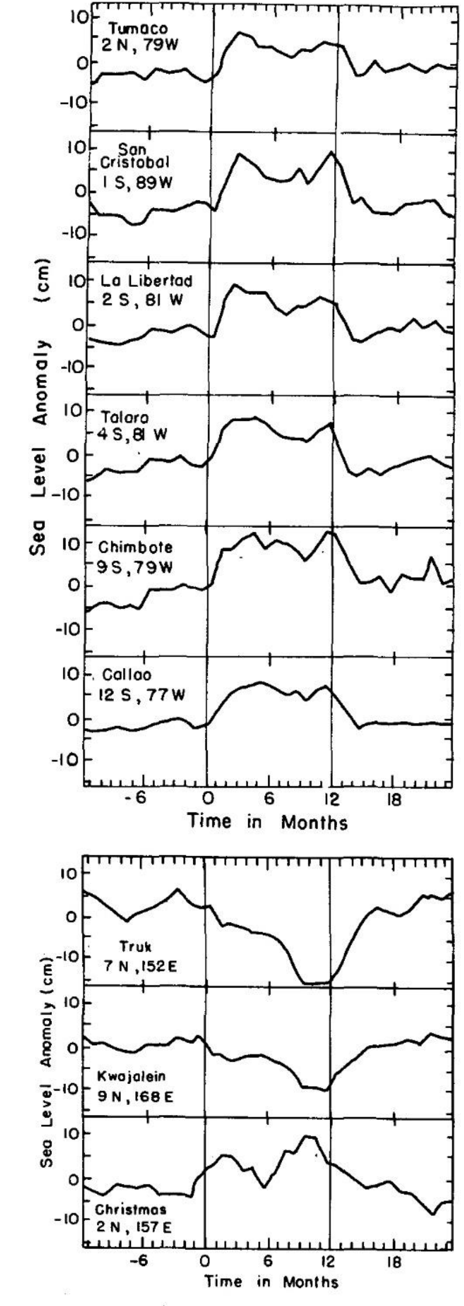
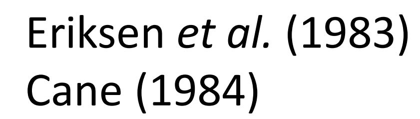


FIG. 1. Observed composite sea-level anomalies (cm) at selected equatorial Pacific stations the year before El Niño, the year of El Niño, and the year following El Niño.


Eriksen *et al.* (1983)
Cane (1984)

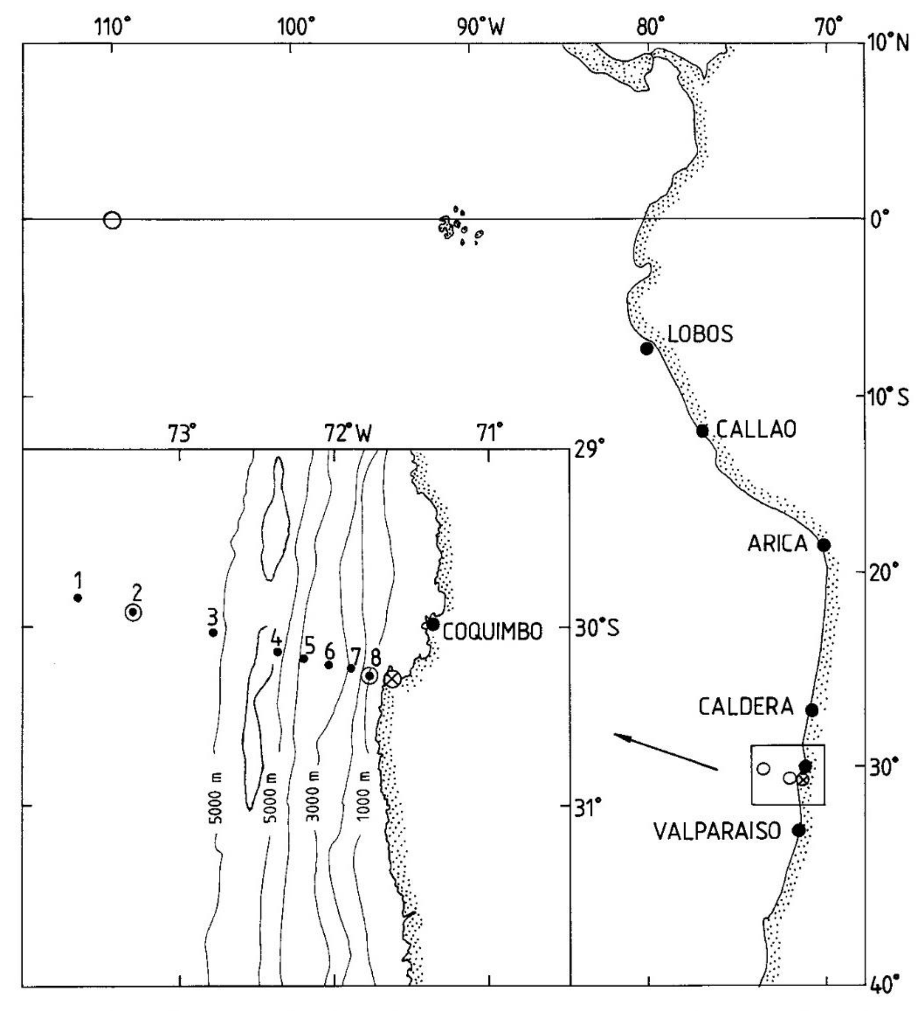


FIG. 1. The study area and locations of moored current meter (open circles), sea level (large filled circles), wind (circle with cross), and CTD (dots) observations considered in this paper (wind at 170°W on the equator not shown).

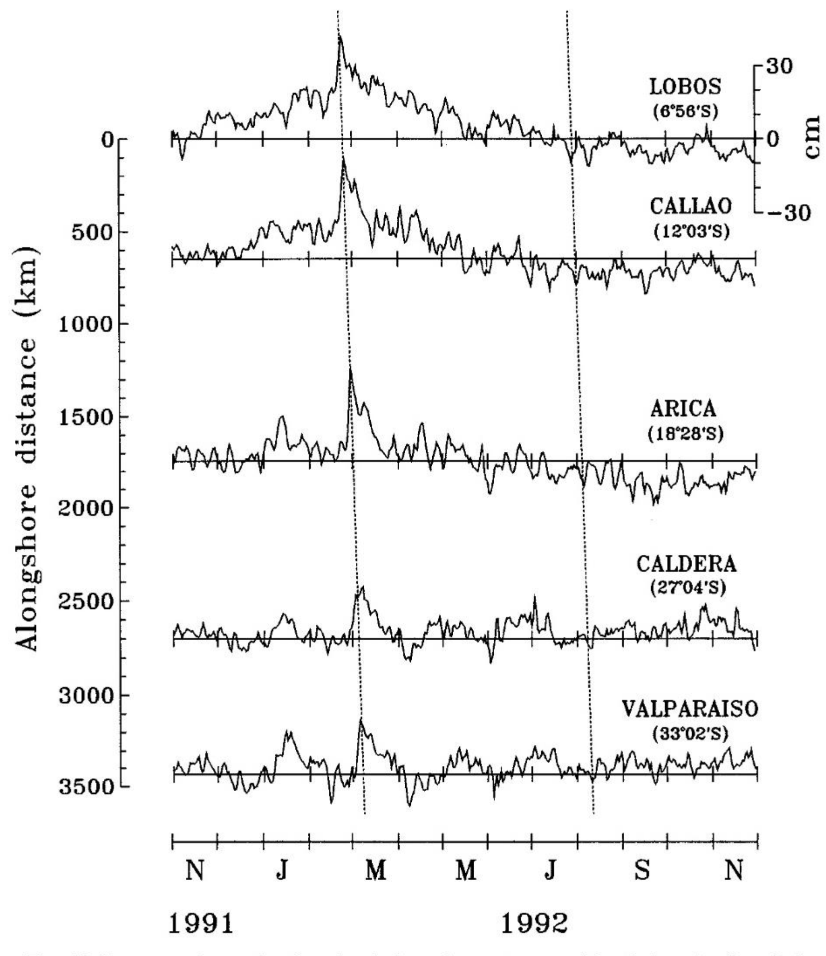


FIG. 10. Low-passed records of sea level along the west coast of South America from Lobos de Afuera and Callao (Peru) and Arica, Caldera, and Valparaiso (Chile, data adjusted with air pressure). See Fig. 1 for locations. Zero sea levels are means calculated for the period 1986–1993 and the separation between the different sea level axes is scaled by alongshore distance. The slope of the dotted lines following selected sea level features is based on a poleward phase speed of 266 km day^{-1} (3.08 m s^{-1}) from the analysis in Fig. 11.

Shaffer *et al.* (1997)

Ondas de Kelvin

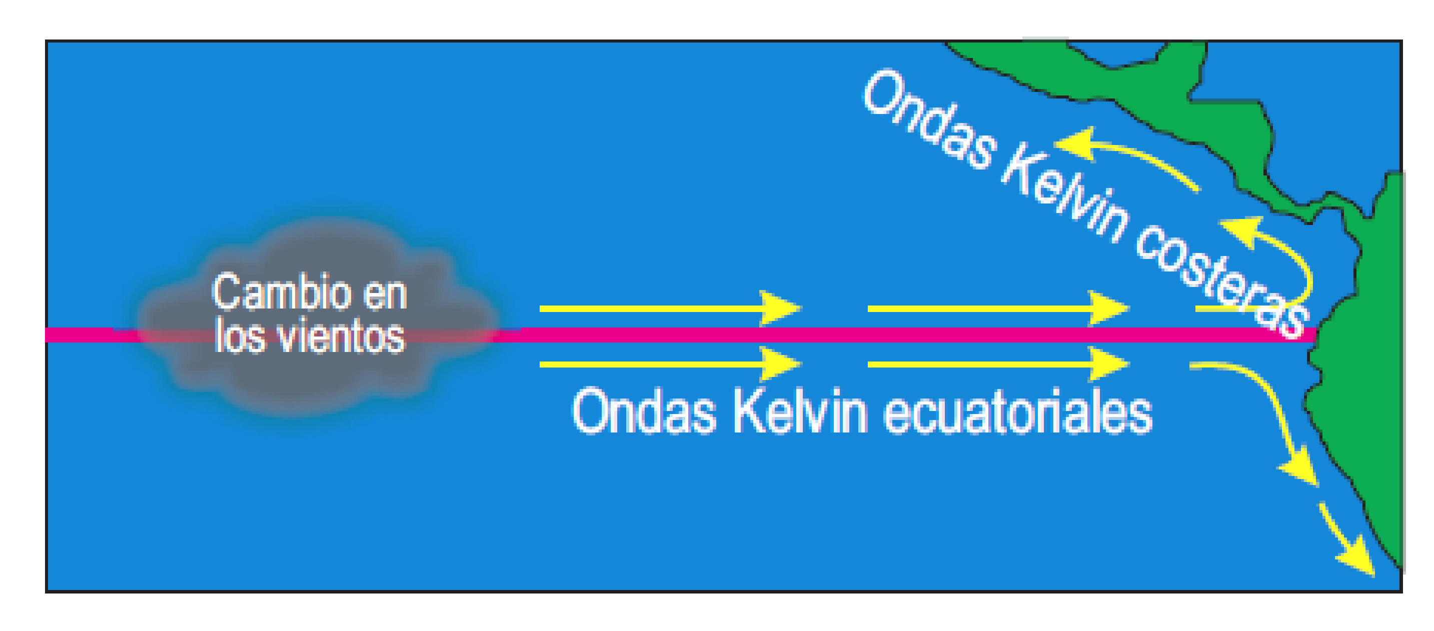
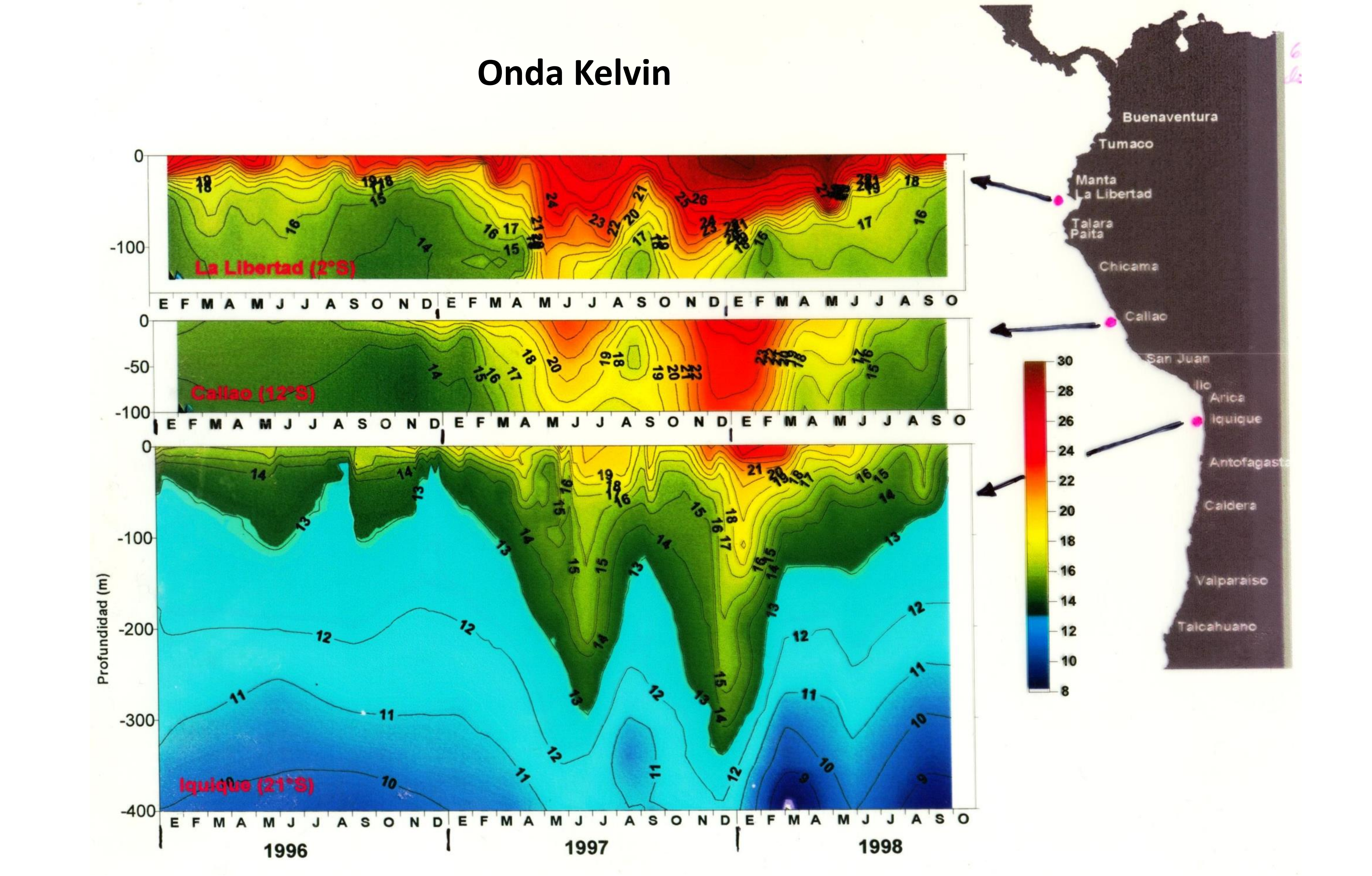
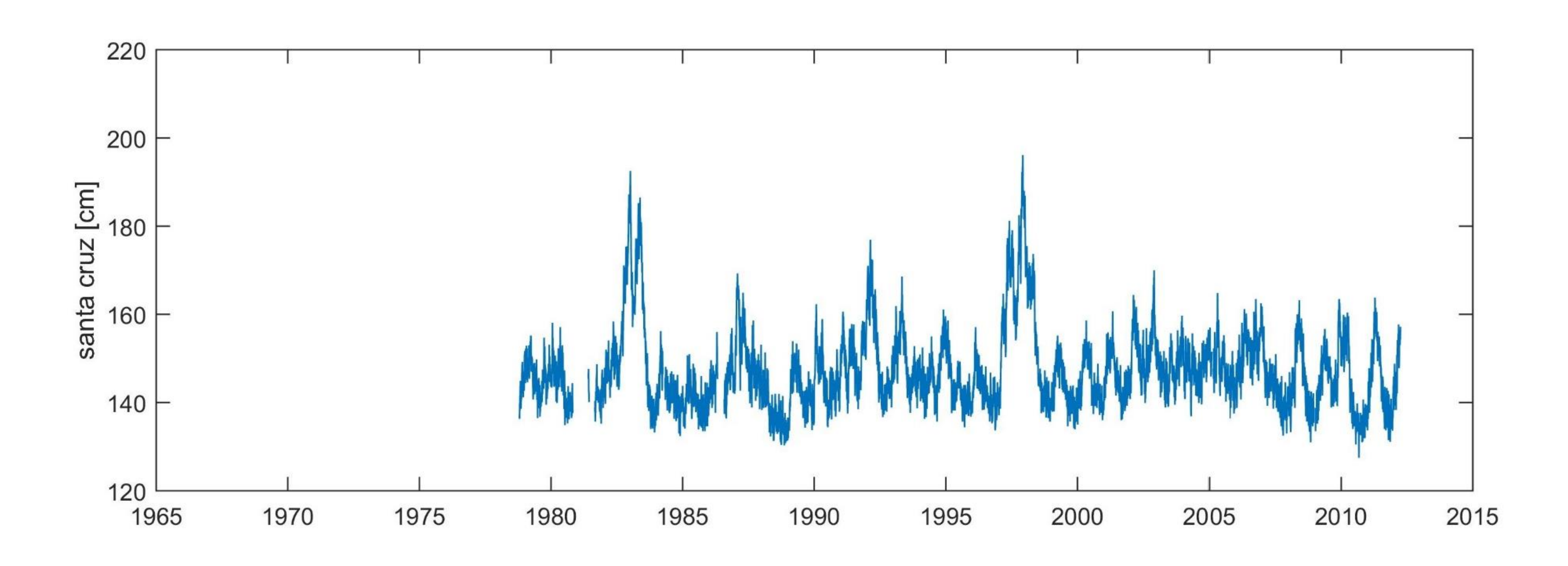


Fig. 8: Proceso de inicio de onda Kelvin y su desplazamiento desde el oeste del Pacífico hacia la zona costera del Ecuador.

Onda Kelvin


La Libertad (2°S)
Callao (12°S)
Iquique (21°S)
Profundidad (m)
0
-50
-100
-200
-300
-400
E F M A M J J A S O N D E F M A M J J A S O N D E F M A M J J A S O
1996
1997
1998
30
28
26
24
22
20
18
16
14
12
10
8
Buenaventura
Tumaco
Manta
La Libertad
Talara
Paita
Chicama
Callao
San Juan
Ilo
Arica
Iquique
Antofagasta
Caldera
Valparaíso
Talcahuano

Nivel del mar
Estación Santa Cruz (U. Hawaii)



Nivel del mar
Estación La Libertad (INOCAR)
Evento El Niño 1982-83

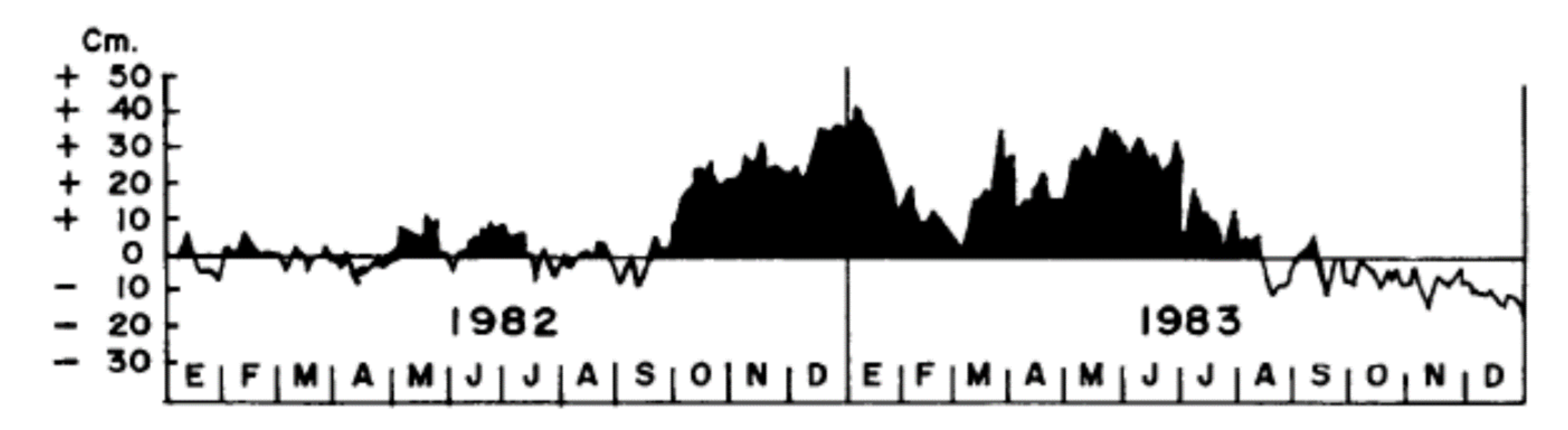
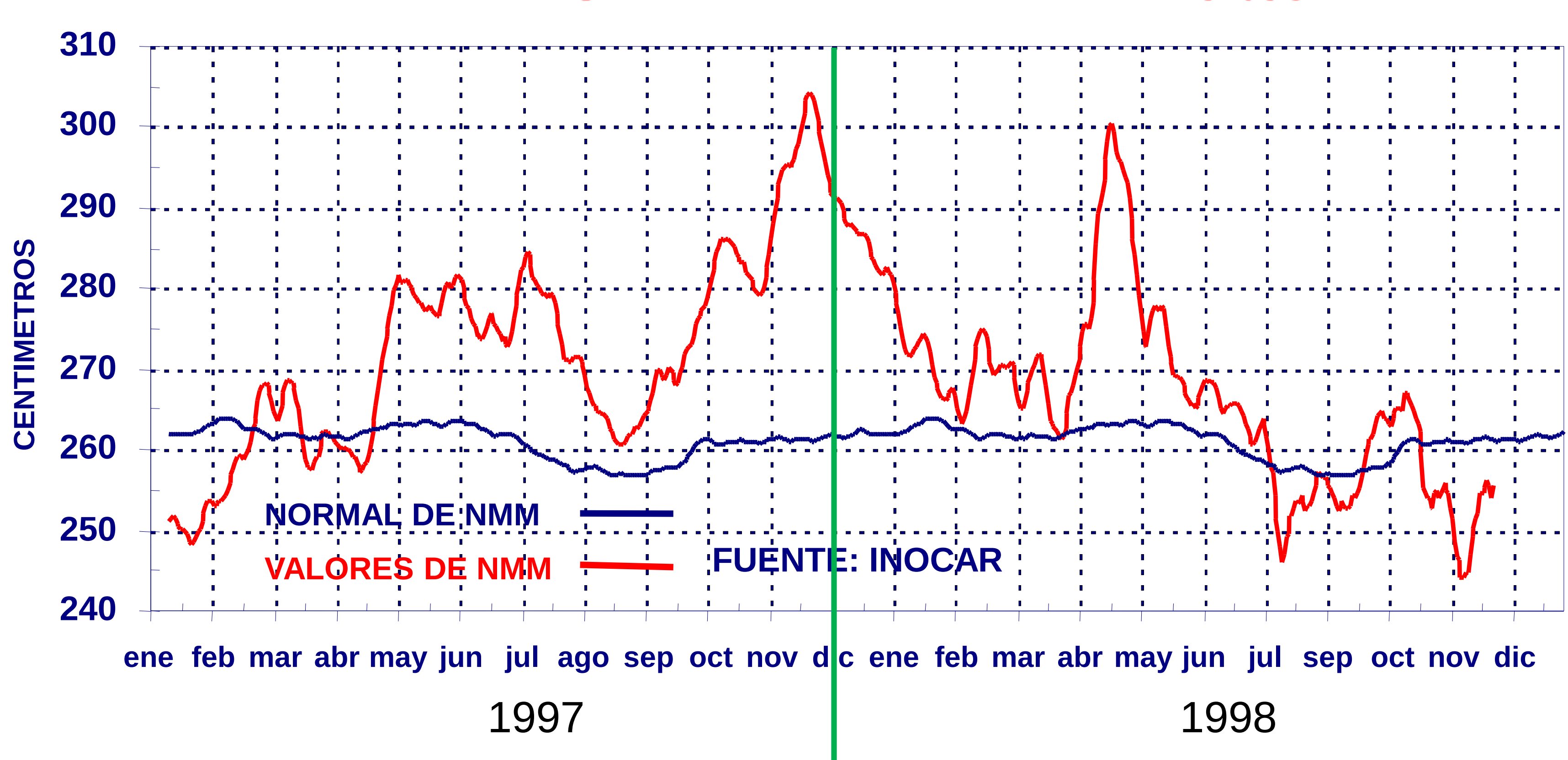
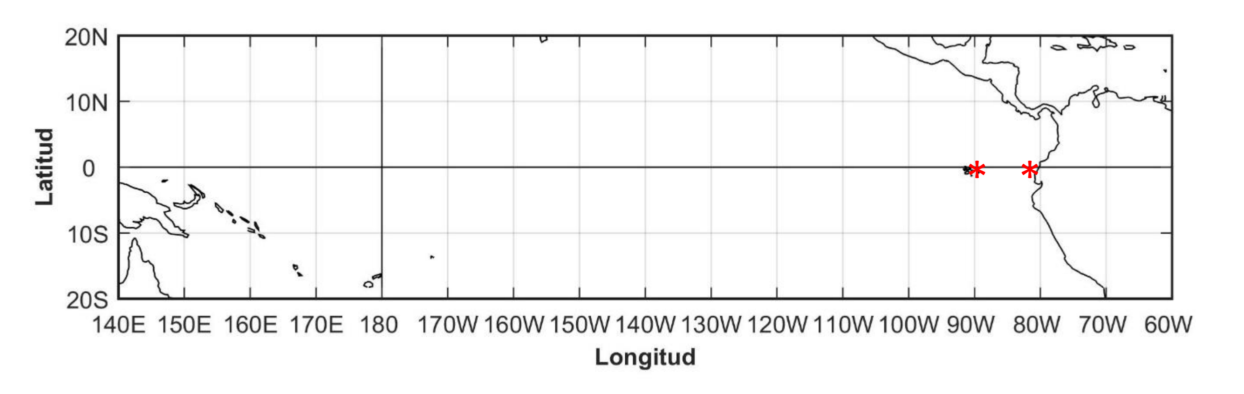


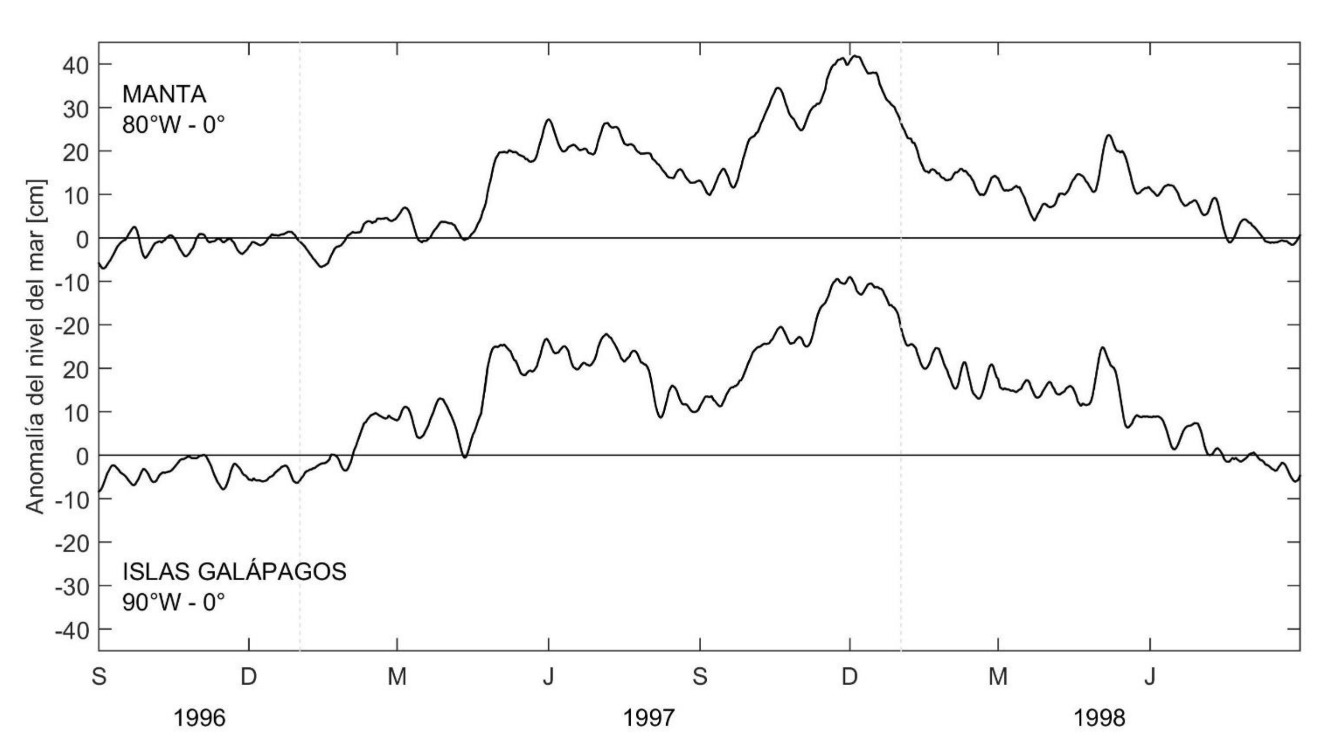
Figura 9. Variación del nivel medio del mar durante los años 1982-1983 en la Estación La Libertad. (Tomado de Moreano H. et. al. 1986)

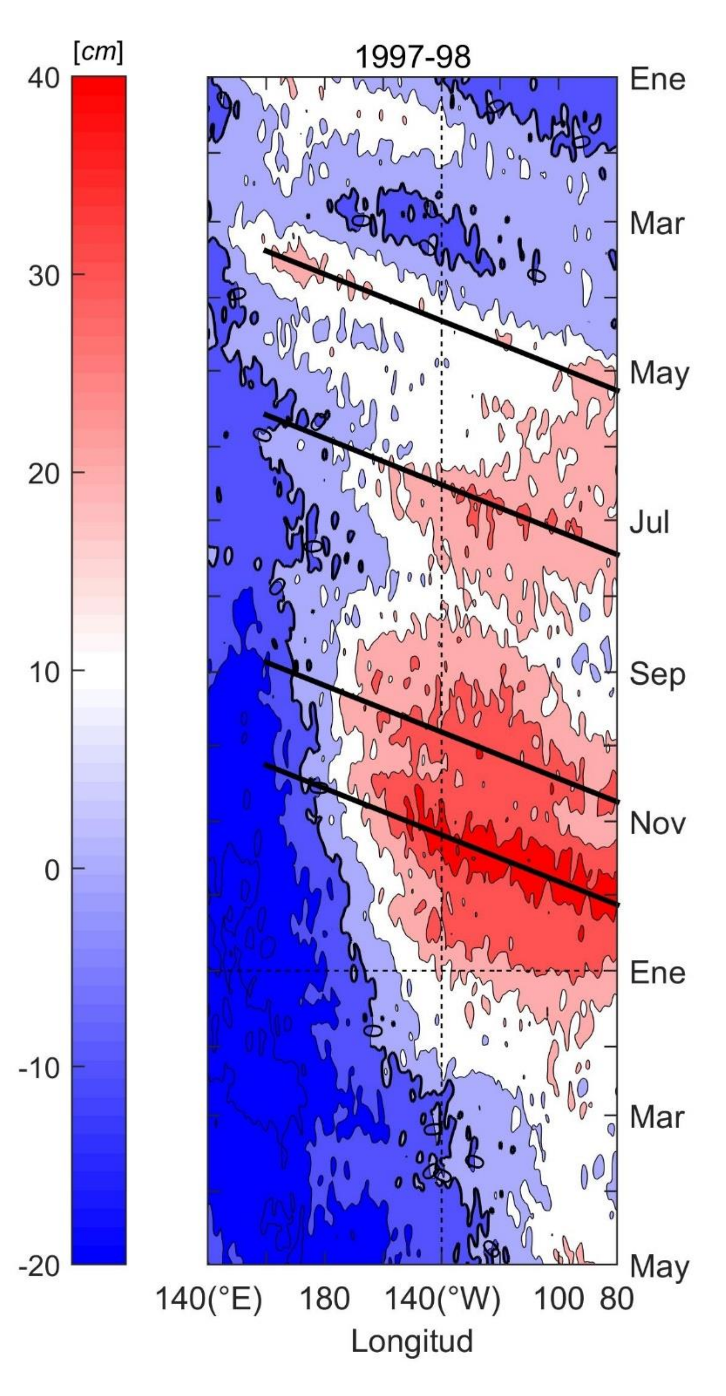
Nivel del mar
Estación La Libertad (INOCAR)
Evento El Niño 1997-98



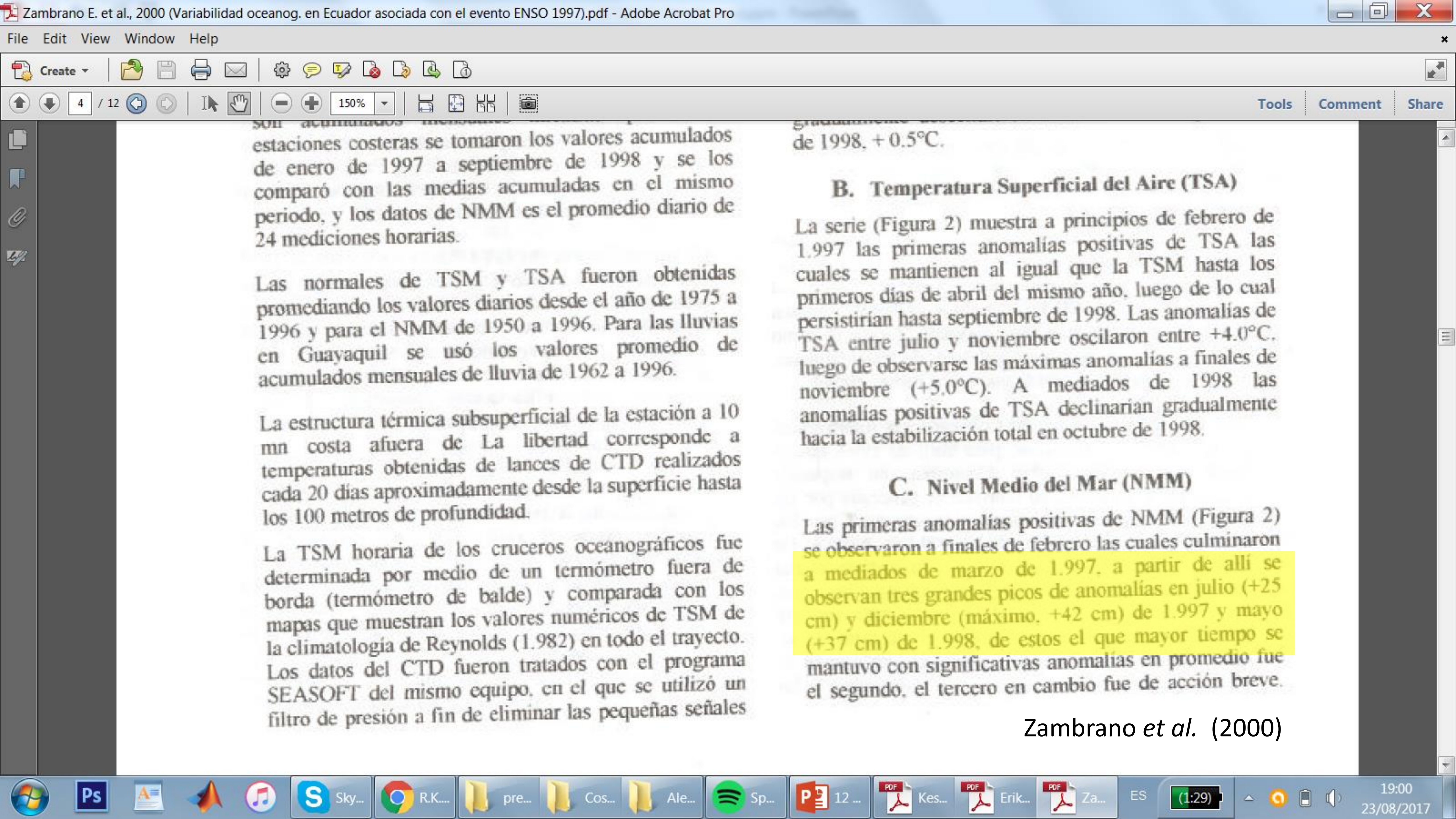
Nivel del mar ecuatorial (altimetría)
Evento El Niño 1997-98







www.enos.espol.edu.ec



estaciones costeras se tomaron los valores acumulados de enero de 1997 a septiembre de 1998 y se los comparó con las medias acumuladas en el mismo periodo, y los datos de NMM es el promedio diario de 24 mediciones horarias.

Las normales de TSM y TSA fueron obtenidas promediando los valores diarios desde el año de 1975 a 1996 y para el NMM de 1950 a 1996. Para las lluvias en Guayaquil se usó los valores promedio de acumulados mensuales de lluvia de 1962 a 1996.

La estructura térmica subsuperficial de la estación a 10 mn costa afuera de La libertad corresponde a temperaturas obtenidas de lances de CTD realizados cada 20 días aproximadamente desde la superficie hasta los 100 metros de profundidad.

La TSM horaria de los cruceros oceanográficos fue determinada por medio de un termómetro fuera de borda (termómetro de balde) y comparada con los mapas que muestran los valores numéricos de TSM de la climatología de Reynolds (1.982) en todo el trayecto. Los datos del CTD fueron tratados con el programa SEASOFT del mismo equipo, en el que se utilizó un filtro de presión a fin de eliminar las pequeñas señales

de 1998, + 0.5°C.

B. Temperatura Superficial del Aire (TSA)

La serie (Figura 2) muestra a principios de febrero de 1.997 las primeras anomalías positivas de TSA las cuales se mantienen al igual que la TSM hasta los primeros días de abril del mismo año, luego de lo cual persistirían hasta septiembre de 1998. Las anomalías de TSA entre julio y noviembre oscilaron entre +4.0°C, luego de observarse las máximas anomalías a finales de noviembre (+5.0°C). A mediados de 1998 las anomalías positivas de TSA declinarían gradualmente hacia la estabilización total en octubre de 1998.

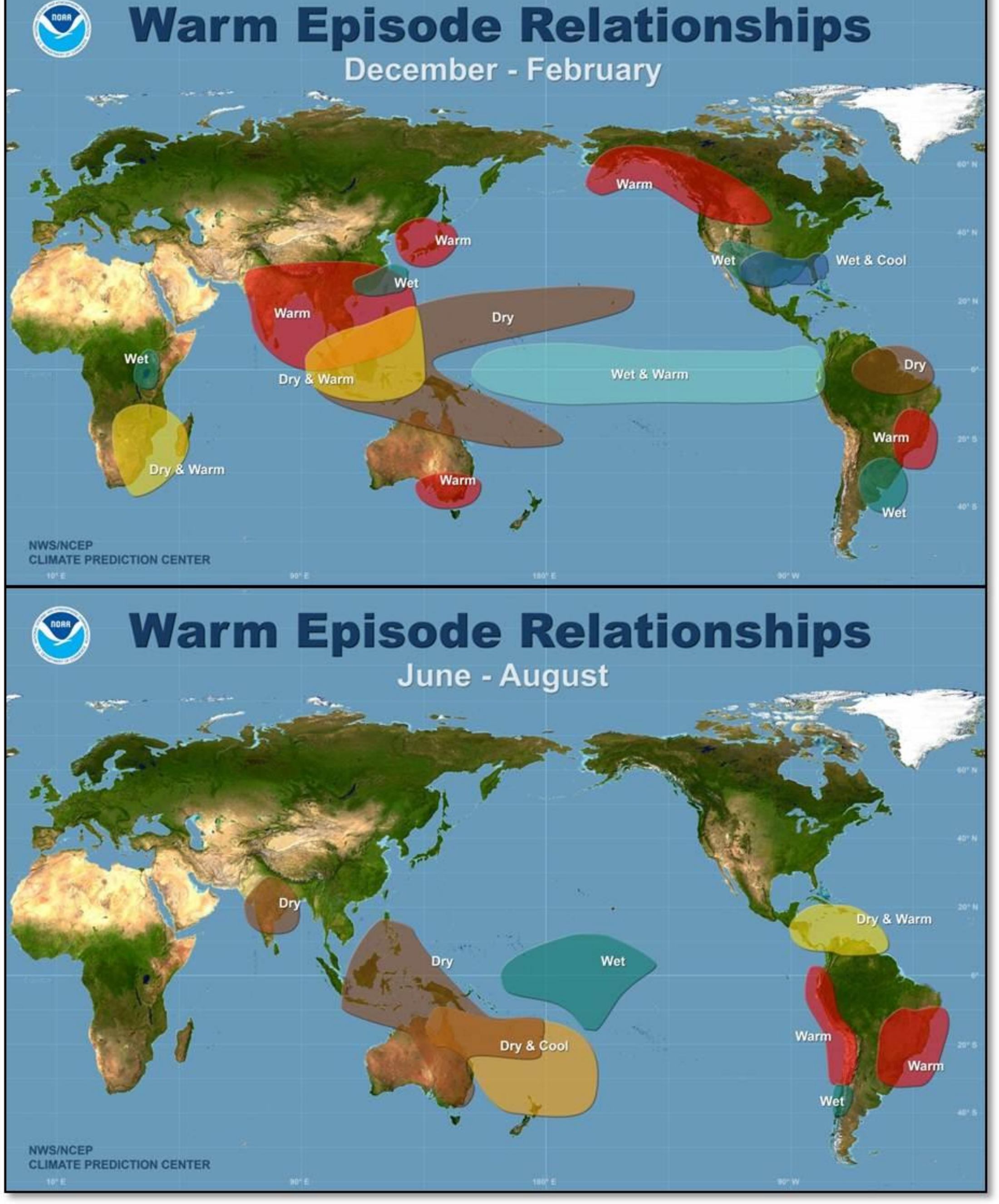
C. Nivel Medio del Mar (NMM)

Las primeras anomalías positivas de NMM (Figura 2) se observaron a finales de febrero las cuales culminaron a mediados de marzo de 1.997, a partir de allí se observan tres grandes picos de anomalías en julio (+25 cm) y diciembre (máximo, +42 cm) de 1.997 y mayo (+37 cm) de 1.998, de estos el que mayor tiempo se mantuvo con significativas anomalías en promedio fue el segundo, el tercero en cambio fue de acción breve.

Zambrano *et al.* (2000)

Impactos

- Los eventos El Niño tienen un impacto económico y social en la costa oeste de Sudamérica, derivado de los efectos asociado a esta condición climática.
- Entre los principales, se destacan:
  - Inundaciones (producto de fuertes lluvias), Ecuador, Perú, Chile central.
  - Erosión costera (elevación del nivel del mar y entrada de oleaje “norte”. Costa Oeste América, **Ecuador, Perú**).
  - Disminución de las pesquerías (debido al colapso de los procesos de surgencia costera, y a los efectos del tránsito de las ondas de Kelvin en la región) , ecosistema de la corriente de Perú.

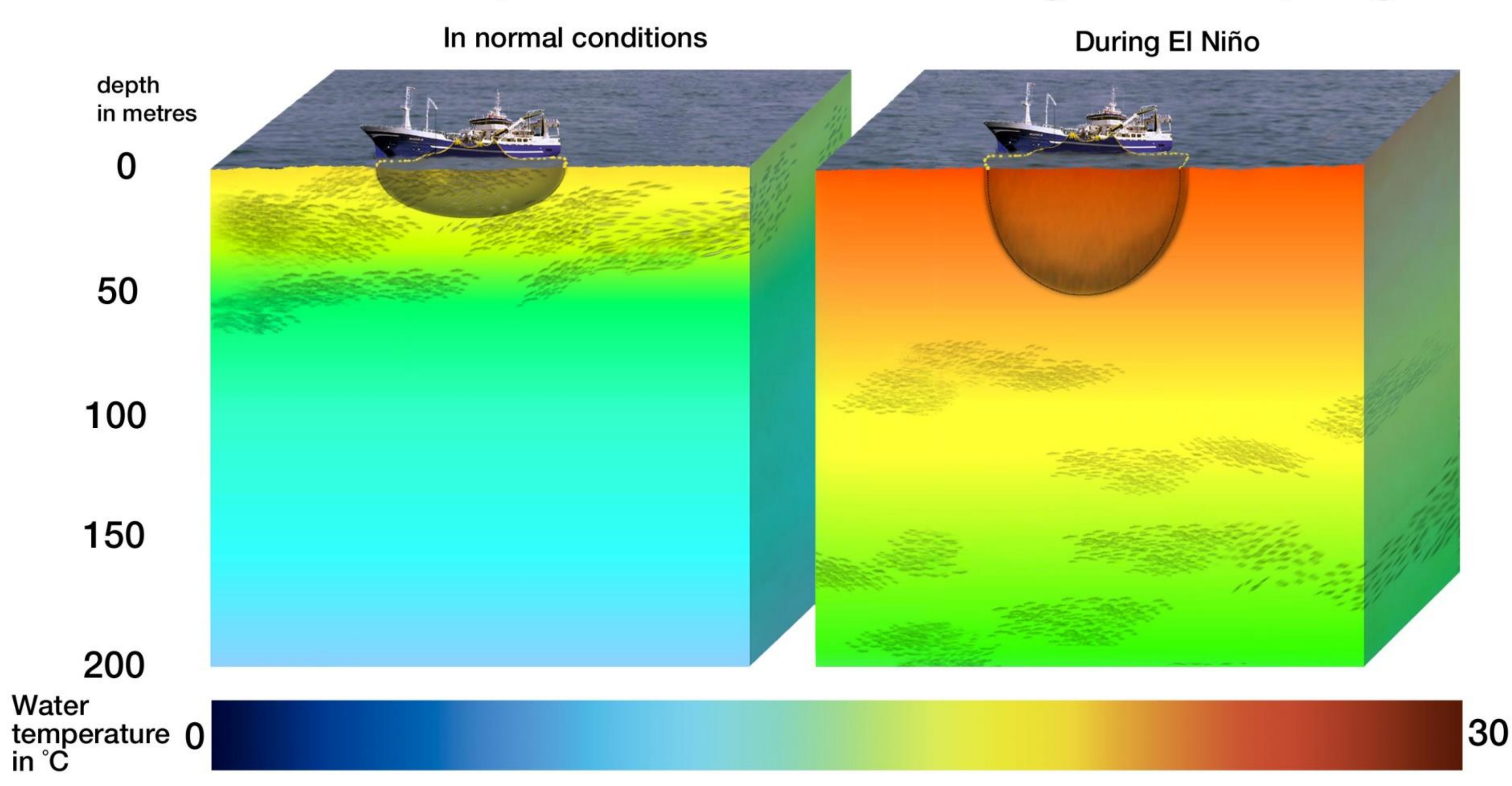


High Resolution Images can be found at:
http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/ENSO/ENSO-Global-Impacts/

Mapa de impactos de El Niño: panel de arriba: meses de diciembre-enero-febrero.

Junio-julio-agosto.

¿Cómo la temperatura del mar influencia a la pesquería de pelágicos pequeños?





En la playa de Los Esteros, un barrio de Manta, en el instante en que las olas rompen alcanzando una altura de 3 metros. La flecha indica a un osado bañista. 22/Enero/1983

FOTO No. 12.- MANGLARALTO

Cuando sube la marea, la vivienda es atacada, en forma incesante, por las olas, tal como se observa en la fotografía. También se aprecia, la cantidad de sacos de arena que, como refuerzo, han colocado sobre las rocas. 1º Marzo, 1998



http://larutadelbuencomer.blogspot.com/2010/05/la-calderada-manglaralto-ruta-xvii.html



FOTO No. 19 .- PUERTO PESQUERO-ARTESANAL DE MANTA

Este puerto pesquero se sedimentó completamente, debido al material transportado, por las corrientes litorales, así como también, por la arena acarreada por el Río Manta. (Marzo 1998)



FOTO No. 34.- PUERTO PESQUERO-ARTESANAL DE MANTA

Este puerto pesquero se sedimentó completamente debido al material transportado por las corrientes litorales, así como también por la arena acarreada por el Río Manta.

Referencias

- Cane M.A. (1984). Modeling sea level during El Niño.
- CERC (1984). Shore Protection Manual (2nd Edition). U.S. Army Coastal Engineering Research Center. Fort Belvoir VA.
- Eriksen C.C., M.B. Blumenthal, S.P. Hayes y P. Ripa (1983). Wind-generated equatorial Kelvin waves observed across the Pacific ocean.
- Johnson E.S. y M.J. McPhaden (1993). Structure of intraseasonal Kelvin Waves in the Equatorial Pacific.
- Moreano H., E. Zambrano, R. Trejos de Suescum y N. Paredes (1986). El Niño 1982-83: su formación, desarrollo y manifestaciones en aguas ecuatorianas.

Referencias

- Rosero J. (2012). Aplicación de los SIG para análisis de los riesgos por variabilidad costera, Ecuador.
- Shaffer G., O. Pizarro, L. Djurfeldt, S. Salinas y J. Rutllant (1997). Circulation and Low-Frequency Variability near the Chilean Coast: Remotely Forced Fluctuations during the 1991–92 El Niño.
- Zambrano E., R. Martínez y J. Garcés-Vargas (2000). Variabilidad Oceanográfica en Ecuador asociada con el evento ENOS 1997-98.